

Université de Nice Sophia-Antipolis
UFR d'Odontologie – Faculté de chirurgie dentaire
24 av des Diablos Bleus, 06357 Nice Cedex 04

**MALOCCLUSIONS ET MASTICATION : REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE**

Année 2013

THESE n° 42571305

THESE

Présentée et soutenue publiquement devant

La Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice

Le 30 Avril 2013

Par

Mademoiselle LAUORE Katia

Née le 4 décembre 1988 à Nice

Pour obtenir le grade de

Docteur en Chirurgie Dentaire (Diplôme d'Etat)

Examineurs :

Madame le Professeur A.MANIERE-EZVAN
Madame le Docteur C.LASSAUZAY
Monsieur le Docteur E.LEFORESTIER
Madame le Docteur C. TABET

Président de jury
Directeur de thèse
Assesseur
Assesseur

CORPS ENSEIGNANT

* : Responsable

56ème section : DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeur des Universités : Mme MULLER-BOLLA Michèle
Maître de Conférences des Universités : Mme JOSEPH Clara *
Assistante Hospitalier Universitaire : Mme CALLEJAS Gabrièle

Sous-section 02 : ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Professeur des Universités : Mme MANIERE-EZVAN Armelle *
Maître de Conférences des Universités : M. FAVOT Pierre
Assistant Hospitalier Universitaire : Mlle TABET Caroline
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme AUBRON Ngoc-Mai

Sous-section 03 : PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités : Mme LUPI-PEGURIER Laurence *
Assistant Hospitalier Universitaire : Mlle CUCCHI Céline

57ème section : SCIENCES BIOLOGIQUES, MEDECINE ET CHIRURGIE BUCCALES

Sous-section 01 : PARODONTOLOGIE

Maître de conférences des Universités : M. CHARBIT Yves *
Maître de conférences des Universités : Mme VINCENT-BUGNAS Sèverine
Assistant Hospitalier Universitaire : M. SURMENIAN Jérôme
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme LAMURE Julie

Sous-section 02 : CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THERAPEUTIQUE, ANESTHESIE ET REANIMATION

Maître de conférences des Universités : M. COCHAIS Patrice *
Maître de conférences des Universités : M. HARNET Jean-Claude
Maître de conférences des Universités : M. TERESTRI Pierre
Assistant Hospitalier Universitaire : M. BENHAMOU Yordan

Sous-section 03 : SCIENCES BIOLOGIQUES (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie, Génétique, Anatomie pathologique, Bactériologie, Pharmacologie)

Professeur des Universités : Mme PRECHEUR Isabelle
Maître de conférences des Universités : Mme RAYBAUD Hélène*
Maître de conférences des Universités : Mme VOHA Christine

58ème section : SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIOLOGIE ENDODONTIQUES ET PROTHETIQUE

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

Professeur des Universités : Mlle BERTRAND Marie-France *
Professeur des Universités : M. ROCCA Jean-Paul
Maître de conférences des Universités : Mme BRULAT-BOUCHARD Nathalie
Maître de conférences des Universités : M. MEDIONI Etienne
Assistant Hospitalier Universitaire : M. CEINOS Romain
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme DESCHODT-TOQUE Delphine
Assistant Hospitalier Universitaire : M. SIONNEAU Rémi

Sous-section 02 : PROTHESES (Conjointe, Adjointe Partielle, Complète, Maxillo-Faciale)

Maître de conférences des Universités : M. ALLARD Yves
Maître de conférences des Universités : Mme LASSAUZAY Claire*
Maître de conférences des Universités : M. LAPLANCHE Olivier
Maître de conférences des Universités : Mme POUYSSEGUR-ROUGIER Valérie
Assistant hospitalier Universitaire : Mme ASSAYAG Martine
Assistant hospitalier Universitaire : M. CASAGRANDE Nicolas
Assistant hospitalier Universitaire : M. CHOWANSKI Mickaël
Assistant hospitalier Universitaire : Mme DURELLE-LAUPIE Shanti

Sous-section 03 : SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATERIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE

Professeur des Universités : M. BOLLA Marc
Professeur des Universités : M. MAHLER Patrick
Maître de conférences des Universités : M. LEFORESTIER Eric *
Assistant hospitalier Universitaire : Mme CANCEL Bénédicte
Assistant hospitalier Universitaire : Mlle EHRMANN Elodie

A Madame le Professeur Armelle MANIERE-EZVAN

Docteur en Chirurgie Dentaire, spécialiste qualifiée en ODF
Professeur des universités – Professeur hospitalier
Responsable de la sous-section d'Orthopédie Dento-Faciale
Doyen de la faculté d'Odontologie de Nice

C'est un grand honneur et un véritable plaisir que vous ayez accepté de présider ce jury.
J'ai une grande admiration pour vos compétences cliniques et votre enseignement de grande qualité.

Votre rigueur dans le travail représente pour moi l'excellence, et par la même un modèle à atteindre.

Veillez considérer dans ce travail la marque de ma reconnaissance ainsi que tous mes remerciements.

A Madame le Docteur Claire LASSAUZAY

Docteur en Chirurgie Dentaire
Maître de conférence des universités – Praticien hospitalier
Responsable de la sous-section de Prothèses

Je vous remercie sincèrement d'avoir accepté de diriger ce sujet si passionnant.
C'est pour moi un grand plaisir de vous avoir connu en dernière année de mon cursus universitaire.

Un immense merci pour votre soutien omniprésent, votre gentillesse, votre enthousiasme et votre dévouement à mon égard.

Veillez prendre ce travail, notre travail, comme le signe de ma plus grande admiration et permettez moi de vous témoigner toute mon amitié ainsi qu'une profonde estime.

A Monsieur le Docteur Eric LEFORESTIER

Docteur en Chirurgie Dentaire
Maître de conférence des universités – Praticien hospitalier
Responsable de la sous-section des Sciences Anatomiques et Physiologiques,
Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie

C'est un réel plaisir de vous compter parmi les membres de ce jury.
Vos qualités professionnelles et votre rigueur de travail sont pour moi des exemples à suivre.
Veillez recueillir ce travail comme le témoignage de mon respect ainsi que tous mes remerciements.

A Madame le Docteur Caroline TABET

Docteur en Chirurgie Dentaire
Ancien interne des hôpitaux de Nice
Assistant hospitalo-universitaire de la sous section d'Orthopédie Dento-Faciale

C'est avec joie de vous compter parmi les membres du jury.

Je vous remercie de votre soutien et de votre aide dans la réalisation de ce travail.

C'est un grand plaisir d'avoir pu travailler à vos côtés au cours des vacances d'orthodontie,
durant mon cursus universitaire.

Veillez recevoir ce travail comme la marque de ma gratitude et de toute mon amitié.

Je dédie cette thèse à

Mon chéri, merci d'avoir toujours été là pour moi, pour m'encourager, me soutenir et me rassurer. La vie à tes côtés me remplit de bonheur. Je t'aime...

Ma famille

Papa et Maman, merci pour votre soutien, c'est grâce à vous que j'en suis là, je vous aime plus que tout au monde

Mes grands-parents, Pépé, merci d'être toujours aussi enthousiaste et drôle, **Mamie**, merci pour tes bon petits plats, rétablis toi vite, **Papi et Mémé**, je ne vous oublie pas, vous êtes toujours dans mon cœur. Je vous aime

Mes oncles, Christian et Alain, vous êtes les meilleurs tontons, c'est toujours un plaisir de se retrouver en famille et **tata Fabienne** merci pour ces supers vacances passées à Aix depuis que je suis petite

Mes cousins et cousines Clément, Constant, Paul, Gwen, Marie (et Océane) je vous adore, on se voit peu mais quand on est ensemble c'est toujours un plaisir de rigoler avec vous, merci pour ces bons moments passés à Pierrefeu et à Aix...

Violaine, je t'apprécie beaucoup, vous formez un très beau couple avec Clem, ne changez pas!

La Famille Ferrero, Cécile et Jean-Louis, merci pour votre gentillesse et votre dévouement, je vous apprécie beaucoup, merci pour tout ; **Christophe, Jennyfer, Fabien et Florian** vous êtes adorables, merci de m'avoir intégrée dans votre famille aussi rapidement, je vous fais plein de gros bisous!!

Marie-Paule et Christian, merci d'être aussi gentils, je vous embrasse !

Mes amis

Cécile, merci d'être ma meilleure amie depuis toutes ces années, d'avoir toujours été là même dans les moments difficiles (P1...) mais on a surtout passé de super vacances ensemble (Miami, Orlando...mémorable) et de super soirées cannoises!! Bisous à **Rémy et Dominique**!

Les anciens de Stan, Christie, Charlotte, Thomas, c'est toujours un plaisir de vous revoir, je vous fais plein de gros bisous !!!

Lolo et Romy, merci pour votre gentillesse et votre générosité, pour les soirées passées ensemble et surtout merci pour tes bons petits plats Lolo, tu es un chef ! Romy, ton perfectionnisme m'épatera toujours !! Vous êtes un couple formidable.

Carole et Denis, Félicitations pour les fiançailles, je vous souhaite que du bonheur, vous le méritez!

Audrey et Arnaud, merci de nous avoir fait découvrir cette belle île qu'est la Corse, on a passé de super moments l'été dernier...

Juju et Fiona merci d'être toujours de bonne humeur, je vous apprécie beaucoup, on a passé de très bons moments à Barcelone dans ce petit appart bien sympathique. A refaire!

Thomas, Julie et la petite Lylie, vous formez une jolie petite famille! Je vous apprécie beaucoup

Sylvain, j'admire ton calme à toute épreuve, mais aussi ton brin de folie (le Crit et nos danses sous le chapiteau avec mes super bottes!!!). Tu es un mec génial, ne change pas!

Aurel et Marine, Félicitations pour cet heureux événement, je vous souhaite tout le bonheur du monde, vous formez un très beau couple! Merci pour votre gentillesse et les

soirées passées ensemble...

Carole et Chloé, vous avez toujours le sourire, de vrais rayons de soleil, toujours prêtes à faire la fête, je vous adore

Robin et Laura, toujours la pêche, merci pour les soirées déguisées

Mika et Indira, Félicitations, plein de bonheur pour vous deux

Steven (merci pour tes conseils), **Sylvia** (toujours de bonne humeur) **Clio, Seb et Sarah** (merci de nous avoir invité à votre mariage, c'était exceptionnel), **Virginie** (merci pour ta gentillesse) **Mike** (merci pour ton aide durant tous les jeudis de ma 6^{ème} année, tu m'as beaucoup appris) **Julien et Léonore** (Ju merci pour ces TP de PAC si sympathiques, et Léonore merci pour ta gentillesse, vous êtes adorables !), **Pilou** (merci pour l'ambiance durant les TP et les apéros)

Marc Charrier, merci pour le stage que j'ai pu faire dans ton cabinet, c'était très enrichissant, merci pour tes conseils, ta disponibilité. Bisous à ta petite famille.

Hugz, Pierre et Vie, Doud et Gaëlle, Julien Buffet et Amélie, Rémi et Jennifer, Arnaud, Olivier, Aïda je vous ai connu grâce à Cédric, merci pour les apéros, et pour votre folie!!!

David et Sophie, Polo et Iris, Little et Aurélie, Tex et Céline, Julio et Fanny, Dondelle, Billy, Nat (merci pour ces petits cafés à Cimiez), **Schwartz, Momo** (merci de nous avoir invité à ton mariage, c'était magnifique)... vous êtes toujours prêts à faire la fête!!

A ma promo, Victoria (merci pour ces pauses mémorables sur les marches de St Roch), **Caroline** (ma partenaire de TP de PAC, merci pour tes bons conseils), **Thibault S.** (mon binôme de 6^{ème} année, ton calme m'a toujours épaté), **Fred, Romain, Julien, Rémi, Moragnn, Yann, Thibault B, Ben, Crico, John, David** (et tes petites blagues dans les couloirs de l'hôpital) **Arnaud, Aurélie, Xavier** (et les écoles du mardi matin !)

Aux autres promos, Philippe (mon parrain), **Caroline B, Tanguy et Fabien, Yannick, Leslie, Emma, Mathieu, Loriane, Camille, Yoann** (mon filleul), **Luc, Kevin, Alice, Marie, Marine et tous les autres...**

Mes co-internes de Toulouse Audrey, Marie-Sophie, Gilda, Yasmine, Philippe, Laura merci d'être là, sans vous l'internat serait bien différent...

Les médecines

Mel, tu es géniale, toujours le sourire, c'est toujours un plaisir de te voir!

Riad, grâce à Cédric j'ai découvert quelqu'un de très sérieux mais qui sait aussi faire la fête quand il le faut et surtout un sens de l'humour exceptionnel!

Flamme, merci pour tes déguisements délirants lors des soirées internat...

Marc, merci pour les soirées passées dans ton appartement avec cette vue incroyable!

Le corps enseignant

Pr Manière, merci pour votre enseignement de qualité, pour votre pédagogie et votre gentillesse, vous m'avez donné goût à l'orthodontie ; **Pr Mahler**, merci pour votre soutien pour l'internat ; **Dr Lassauzay**, merci pour tout, votre gentillesse et votre disponibilité m'ont beaucoup touchées ; **Dr Leforestier**, merci pour votre enseignement de qualité, **Caroline Tabet**, merci pour ton implication, pour ton aide précieuse durant la thèse et tes conseils concernant l'internat m'ont beaucoup apportés ; **Dr Pouyssegur**, vous m'avez beaucoup appris, merci de m'avoir choisi pour vous aider dans les TP de PAC, ce fût un grand plaisir avec une super ambiance ; merci également à **Shanti** pour votre disponibilité et votre rigueur en clinique cela m'a beaucoup servi ; **Dr Orlanducci**, merci pour ces vacances passées à vos côtés à Cimiez, elles ont été très enrichissantes

et je garde un très bon souvenir de cette dernière année ; **Lolo**, sans toi Cimiez ne serait pas pareil, tu es un vrai rayon de soleil, ta gentillesse et ta générosité font de toi une personne formidable, merci beaucoup je t'embrasse! **Dr Raybaud**, merci pour votre enseignement et votre humour aux cours des vacances d'urgence à St Roch.

Puis, **Pr Rocca, Pr Bertrand, Pr Muller, Pr Precheur, Dr Lupi-Pegurier, Dr Joseph, Dr Pesci-Bardon, Dr Allard, Dr Medioni, Dr Voha, Dr Bensoussan, Dr Lucien, Dr Collet, Dr Augros, Dr Bal, Dr Bouvet, Dr Charbit, Dr Vincent, Dr Surmenian, Dr Laplanche, Dr Terestri, Dr Cochais, Dr Deschodt, Dr Toquet, Dr Assayag, Dr Benhamou** et tous les autres...

A mes professeurs de Toulouse, **Dr Baron, Dr Marchal-Sixou, Dr Rotenberg, Dr Obach-Dejean, Dr Lodter, Dr Elicegui, Dr Pujol**.

Et à toute l'équipe de St Roch, les secrétaires (**Mercé, Isa, Karine, Patrice**), la régie (**Christiane et Hélène**) **Nabu et Chris, Kathy, Mme Bonifaci et Mme Chabot**, les aides soignantes (**Denise, Françoise, Gisèle, Rita, Patrick, Val, Fanny**), merci je vous embrasse tous...

Et à tous ceux que j'ai oubliés...

Sommaire

Introduction	11
Les moyens d'évaluation de la fonction masticatoire.....	11
L'électromyographie.....	11
La cinématique mandibulaire	12
La granulométrie du bol alimentaire.....	12
Les contacts occlusaux.....	12
La force de morsure	12
Les questionnaires.....	13
Les aliments tests.....	13
La mastication.....	14
Les malocclusions.....	14
Les classifications.....	14
La prévalence des malocclusions	15
Indices de besoins en soins.....	16
Matériels et Méthodes :	18
Stratégie de recherche :	18
Critères d'inclusion :	18
Critères d'exclusion :	18
Critères d'évaluation des malocclusions :	20
Dans le sens sagittal :	20
Dans le sens vertical :	21
Dans le sens transversal :	22

Résultats et Discussion.....	22
Anomalies squelettiques et malocclusions.....	23
Dans le sens sagittal	23
Dans le sens vertical.....	24
Dans le sens transversal.....	25
Incidence du traitement sur les paramètres de la mastication	27
Indices de besoin en traitement orthodontique	30
Conclusion.....	31
Références bibliographiques	32
Annexes	38
Annexe 1 : ICON.....	38
Annexe 2: IOTN.....	39
Annexe 3: DAI.....	41
Annexe 4: PAR.....	42
Annexe 5 :	45
Annexe 6:.....	47
Figure 1 :	49

Introduction

Le rôle de la mastication est de transformer les aliments en un bol apte à être dégluti. Pour ne pas constituer un danger, le bol alimentaire ainsi formé doit être plastique, glissant et cohésif (72). Pour constituer un bol cohésif, les particules alimentaires doivent être de taille suffisamment réduite, de tailles hétérogènes (4) et amalgamées par la salive et les fluides extraits des aliments lors de la mastication (72). Des études, réalisées chez des individus jeunes et en bonne santé, ont montré une variabilité très réduite dans la distribution de la taille des particules d'un bol alimentaire prêt à être dégluti (67). Ceci suggère que le bol alimentaire doit répondre à des critères précis pour que la déglutition puisse être déclenchée. Ces conditions peuvent être considérées comme un prérequis nécessaire au maintien de l'homéostasie car une déglutition dysfonctionnelle est directement liée à un haut niveau de morbidité (32). Il ressort de ces considérations que la fonction masticatrice peut être considérée comme normale lorsque son but soit la formation d'un bol alimentaire cohésif, glissant et plastique, est atteint (101).

Les moyens d'évaluation de la fonction masticatoire

La fonction masticatoire peut être évaluée objectivement par des tests cliniques (performance et efficacité masticatoire) et subjectivement par des questionnaires.

L'électromyographie

La méthode la plus couramment utilisée est l'EMG (électromyographie) pour caractériser l'activité musculaire, en particulier celle des muscles masticateurs (masséter, temporal, digastrique) (3, 7, 8, 22, 25, 28, 33, 68, 69, 81, 89, 102).

La cinématique mandibulaire

Une autre méthode d'évaluation correspond à l'étude de la cinématique mandibulaire pendant la mastication (14, 20, 33, 45, 58, 62, 68-70, 81, 85, 91, 92) par l'intermédiaire de l'enregistrement des mouvements mandibulaires dans un champ magnétique ou avec des diodes lumineuses ou par vidéographie (14, 20, 61, 62, 78, 81, 85, 91).

La granulométrie du bol alimentaire

Pour évaluer la mastication, il est possible également d'étudier son résultat, soit le bol alimentaire (particules récoltées), après mastication d'un aliment test qui est expectoré et filtré. Ainsi, des variables comme la distribution de la taille des particules permettent de qualifier l'efficacité masticatoire d'un individu. La distribution des particules peut être analysée par l'utilisation de tamis successifs ou par analyse d'images (11, 29, 34, 53, 59, 64, 79, 83, 94).

Les contacts occlusaux

Il est possible d'évaluer le nombre de contacts occlusaux en utilisant le comptage des contacts après les avoir mis en évidence par l'interposition en occlusion légère et maximale d'un papier d'articulé (21, 34), ou encore de s'intéresser à la taille des points de contact (aires de contact), en utilisant une empreinte (en silicone) des dents prise en occlusion d'intercuspédie maximale qui est ensuite scannée et analysée par système informatique (64). D'autres études s'intéressent au nombre de paires de dents en occlusion, déterminé par le comptage du nombre de dents antagonistes en occlusion (79).

La force de morsure

Une autre méthode d'évaluation utilisée est la force de morsure, qui n'est qu'un reflet de l'activité musculaire et ne permet pas de définir la performance masticatoire dans son ensemble (7, 21, 31).

Les questionnaires

D'autres méthodes utilisées, subjectives existent, par l'intermédiaire de questionnaires (29, 34, 55, 65, 79, 90). Ces questionnaires peuvent porter sur les préférences alimentaires ou sur la qualité de vie orale (73, 83).

Les aliments tests

Afin de mener toutes ces études, des aliments tests ont été mis au point :

Des produits non-alimentaires comme des élastomères (11, 29, 34, 59, 63, 64, 79, 94, 96), des chewing-gums (1, 6, 8, 14, 15, 19, 20, 30, 33, 35, 36, 38, 52, 62, 68, 69, 78, 85, 91, 92) ou des cires dentaires (50) sont utilisés pour tenter de réduire la complexité de la notion de texture de l'aliment et celle liée à la conservation, à la reproductibilité ou à la mise en œuvre de produits alimentaires. L'impossibilité de les déglutir constitue la limite de ces produits puisqu'ils sont susceptibles de modifier la mastication.

Pour cette raison, des aliments naturels ont été malgré tout souvent préférés aux produits artificiels (23, 39, 41, 57, 98). Les aliments naturels les plus utilisés sont cacahuètes, grains de café, carotte (25, 42, 81, 87) et sont choisis en raison d'une certaine homogénéité de structure ou parce qu'ils se prêtent à une mesure de la taille des particules du bol avant déglutition, ou encore parce qu'ils appartiennent à un régime alimentaire classique (60). La viande est également l'aliment test choisi dans de nombreuses études car sa texture complexe renseigne sur un comportement global de consommation. De plus, elle est un des aliments centraux d'un régime alimentaire classique et apporte une grande variété de texture (46-48). Malheureusement, les aliments naturels présentent des différences et une variabilité rhéologique incontrôlables et la plupart du temps non reproductibles d'une expérimentation à l'autre.

Des produits alimentaires modèles ont été mis au point présentant des caractéristiques aussi simples et précises que possible. Ce sont des produits stables, reproductibles, de texture standard et permettant une mastication fonctionnelle jusqu'à la déglutition. Ils sont souvent à base de gélatine

étant l'agent de texture le plus souvent mis en œuvre (10, 40, 99), mais des produits cassants (comprimés) ont également servi dans l'évaluation de forces de morsure (50, 86).

La mastication

La mastication chez le sujet sain a largement été étudiée (1, 2, 40, 56, 66, 100). De plus, des études ont évalué la mastication sur des populations présentant des déficiences telles que les édentés partiels ou totaux (97) ou des dysmorphoses telles que celle rencontrée la trisomie 21 (49). Ahlgren, 1966, 1967 a établi une classification des schémas masticatoires (Figure 1).

Ces études ont montré que ces déficiences avaient un impact sur la mastication, aussi bien sur les paramètres cinématiques, que sur la granulométrie du bol alimentaire et ses caractéristiques.

Ainsi, on peut se poser la question de savoir si les malocclusions et les anomalies squelettiques peuvent avoir aussi une influence sur la mastication.

Les malocclusions

Les classifications

Différentes méthodes sont à notre disposition pour classer ces malocclusions :

Tout d'abord, la classification d'Angle nous permet de différencier les malocclusions d'origine dentaire dans le sens sagittal (Cl I, II, III) (11, 17, 75, 79, 94).

Les anomalies du sens vertical sont évaluées grâce à des mesures essentiellement cliniques (analyse de la hauteur recouvrement des incisives maxillaires par rapport aux incisives mandibulaires lorsque les dents postérieures sont en contact). Le recouvrement pourra être insuffisant (béance ou infraclusie) ou excessif (supraclusie) (17, 69, 102).

Pour les anomalies du sens transversal, le diagnostic se fait à partir d'examen cliniques basés sur l'observation de la déviation du milieu inter incisif et de l'existence d'inversés d'occlusions sur les secteurs postérieurs. (8, 17, 58, 62, 68, 81, 85). La téléradiographie de face peut être également

utilisée et apportera des éléments pour le diagnostic des anomalies basales (5, 22, 33).

La prévalence des malocclusions

En ce qui concerne la répartition des malocclusions, leur prévalence est comprise entre 40 et 93% de la population (17, 37). Cet écart important est justifié par le fait que les auteurs des différentes études employaient des méthodes d'enregistrement différentes ou réalisaient les essais sur des patients d'origine ethnique, de classe sociale, d'âge différents, rendant les comparaisons discutables.

Pour les malocclusions du sens sagittal, selon la classification d'Angle, environ 30% des individus (enfants et adultes) présentaient une Classe II et 10% une Classe III. Le reste de la population présentait une relation molaire de Classe I (60%). (12, 13, 17, 37).

Les proalvéolies (avec un surplomb supérieur à 3,5mm) concernaient environ 30% des enfants dont 7% de formes sévères (supérieur à 6mm de surplomb) (12, 17, 43, 88), et touchaient 5% des adultes (37). Les rétroalvéolies (caractérisées par un surplomb insuffisant inférieur à 1 mm) étaient moins nombreuses que les proalvéolies (43). Concernant l'inversé d'occlusion antérieur (surplomb négatif), environ 4 % des sujets (adultes et enfants) en étaient atteints (17, 65).

Dans le sens vertical, environ 35% des enfants présentaient une supraclusionie (recouvrement supérieur à 30%) (17, 88) et 2% une supraclusionie sévère avec recouvrement total (13, 17) alors que chez les adultes cette malocclusion ne touchait que 12% (37). Les béances étaient assez rares et ne représentaient que 3% des cas environ (12, 13, 17, 37, 43).

Dans le sens transversal, l'inversé d'occlusion postérieur a été diagnostiqué dans 12% des cas (adultes et enfants) (17, 37, 65, 78).

Pour ce qui est de l'articulé en ciseau, il ne concernerait que 2% des individus (adultes et enfants) (17, 37).

Indices de besoins en soins

Plusieurs indices sur le besoin d'une correction orthodontique existent et se basent sur des critères esthétiques et sur les perturbations de l'alignement dentaire intra et inter-arcade, tels que le l'ICON (27, 59), l'IOTN (24, 26, 88), le DAI (55, 65, 90). l'ICON et l'IOTN ne se basent pas seulement sur des critères esthétiques, l'IOTN s'appuie sur une composante « santé dentaire » et « une composante esthétique. L' ICON utilise la même table que l'IOTN pour l'évaluation esthétique et d'autres critères tels que l'encombrement, l'inversé d'occlusion, le recouvrement, l'occlusion sagittale dans les secteurs latéraux. Le PAR ou indice d'évaluation par pair, a été conçu spécialement pour évaluer les résultats thérapeutiques (76, 94). Des questionnaires (OHRQoL) tiennent compte de l'impact des malocclusions sur la qualité de vie du patient (24, 95).

ICON (Index of Complexity, Outcome, and Need) (Annexe 1)

L'ICON permet d'évaluer le besoin de traitement orthodontique, la complexité du cas et les résultats du traitement. Il est caractérisé par 5 composantes, chacune pondérée par un chiffre : l'esthétique (poids : 7) ; diastèmes ou encombrement de l'arcade maxillaire (poids : 5) ; la présence d'inversé d'occlusion (poids : 5) ; les rapports incisifs verticaux (poids : 5) ; l'occlusion sagittal des secteurs latéraux (poids : 3).

Les valeurs de l'ICON sont basées sur le consensus d'un panel international de 97 orthodontistes provenant de 8 pays européens (Allemagne, Grèce, Hongrie, Italie, Hollande, Norvège, Espagne, Royaume-Uni). L'ensemble des cinq caractéristiques est déterminé selon le protocole décrit dans l'annexe 1. Les scores obtenus sont ensuite multipliés par leur valeur pondérale respective et additionnées ensemble. Un score inférieur ou égal à 43 indique qu'il n'est pas nécessaire de traiter orthodontiquement, et un score supérieur à 43 indique la nécessité d'un traitement orthodontique (59).

IOTN (Index of Orthodontic Treatment Need) (Annexe 2)

L'IOTN comprend deux composantes : la composante « santé dentaire » (Dental Health Component: DHC) et la composante « esthétique » (Aesthetic Component : AC). Le DHC est gradué de 1 à 5 dans lequel le grade 1 indique l'absence de besoin en traitement et le grade 5 le besoin

en traitement orthodontique. Les différents grades sont attribués en fonction des mesures de la sévérité des anomalies occlusales qui tiennent compte du nombre de dents absentes (par inclusion, agénésie ou ectopie), du recouvrement, du surplomb, de la présence d'un inversé d'occlusion et de déplacement des points de contact et tient compte également de la classification molaire d'Angle (24). Ces paramètres sont résumés dans l'annexe 2 (issu de l'article de Cooper et al. 2000) (26, 88).

L'AC est conçu pour compléter le DHC, en enregistrant la sévérité des désordres esthétiques des dents antérieures, il est gradué de 1 (aucun besoin esthétique) à 10 (grand besoin esthétique) (cf. annexe 2) (26, 88).

DAI (Dental Aesthetic Index) (Annexe 3)

Le DAI, adopté par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est utilisé pour évaluer les malocclusions et déterminer la nécessité d'un traitement orthodontique (65).

Le DAI est constitué de 10 composantes résumées dans l'annexe 3. Le score de chaque item est multiplié par un coefficient auquel est ajouté un score constant de 13. Un score total inférieur à 25 indique l'absence de nécessité de traitement, un score compris entre 25 et 30 un besoin faible de traitement, un score compris entre 30 et 35 un besoin de traitement fortement conseillé et un score supérieur à 35 indique le recours à un traitement orthodontique obligatoire (65, 90).

PAR (Peer Assessment Record) (Annexe 4)

Il consiste à attribuer un score aux divers traits occlusaux qui caractérisent une malocclusion. Chaque score est additionné pour obtenir un score représentant le degré de déviation par rapport à un alignement et une occlusion contrôle (76) (Alignement et occlusion contrôle sont définis par Richmond, 1992, comme des arcades ayant des contacts en occlusion répartis sans diastème et sans surplomb ou recouvrement excessif).

Le PAR est basé sur la somme de 11 traits de malocclusion pondérées, incluant les déplacement dentaires, l'occlusion dans les secteurs postérieurs droite et gauche et le secteur antérieur (au maxillaire et à la mandibule) avec le surplomb, le recouvrement et les concordances des milieux inter-

incisifs (11, 94).

Un score de zéro correspond à un bon alignement et des scores plus élevés indiquent des niveaux d'irrégularité. Le score total est enregistré avant et après traitement. La différence entre les deux scores représente le degré d'amélioration à la suite du traitement orthodontique (76).

L'objectif de ce travail, par l'intermédiaire d'une analyse de la bibliographie, est de faire le point sur l'état des connaissances à propos de l'influence des malocclusions sur la mastication.

Matériels et Méthodes :

Stratégie de recherche :

Les articles ont été sélectionnés selon les critères suivants :

Critères d'inclusion :

- Les études utilisant des paramètres objectifs et subjectifs pour évaluer la performance masticatoire
- Les études comparant des sujets présentant une ou plusieurs malocclusions non traitées par rapport à des sujets contrôles
- Les articles écrits en anglais ou français
- Sur la période s'étendant de janvier 1991 à janvier 2012.

Critères d'exclusion :

- Les études portant sur un seul cas

- Les études sur des patients ayant des dents délabrées ou présentant des maladies systémiques ou neurologiques, ou encore des fentes labio-palatines ou d'autres syndromes cranio-faciaux
- Les études concernant les traitements par chirurgies orthognatiques.

La revue de la littérature a été réalisée en s'appuyant sur les données du site pubmed (www.ncbi.nlm.nih.gov),

Les mots-clés suivants ont été employés pour la recherche : « mastication » ou « chewing » associé au terme « malocclusions » et « children »

131 articles ont été obtenus. A la lecture des titres, 37 articles ont été sélectionnés.

La même recherche a été effectuée avec les mêmes mot-clés mais le terme « children » a été remplacé par « not children » afin de trouver des études concernant les adultes.

278 articles ont été obtenus, à partir desquels 10 ont été retenus par leurs titres.

A partir de ces 47 articles, 36 ont été sélectionnés après lecture des résumés. Parmi eux, 7 articles n'ont pu être trouvés intégralement. Enfin, parmi les 29 articles, 23 ont été retenus après lecture intégrale des articles.

La même recherche a été réalisée sur le site European Journal of Orthodontics et Angle Orthodontists, 5 articles ont été retenus.

Enfin, à la lecture des références bibliographiques des articles sélectionnés initialement, 10 articles ont été retenus dont 5 ont été exclus après lecture des articles. Donc, 5 articles ont été sélectionnés après lecture des études.

Au final 33 articles ont été retenus dans ce travail, la liste des articles sélectionnés est décrite à l'Annexe 5.

Critères d'évaluation des malocclusions :

Dans le sens sagittal :

La classification d'Angle permet de définir la position relative des premières molaires permanentes, l'une par rapport à l'autre. La classification d'Angle est un indice nosologique. Elle catégorise les malocclusions en fonction des rapports des premières molaires.

- Dans la Classe I d'Angle, la pointe de la cuspide mésio-vestibulaire de la 1^{ère} molaire maxillaire se situe dans le sillon entre les cupides mésiale et centrale de la 1^{ère} molaire mandibulaire, en occlusion d'intercuspidie maximale (OIM) (9).
- La Classe II d'Angle correspond à la mésioposition de la 1^{ère} molaire maxillaire, par rapport à la 1^{ère} molaire mandibulaire.

On décrit deux types de Classe II en fonction des rapports antérieurs : on parle de Classe II division 1 lorsque les incisives maxillaires sont vestibuloversées, le surplomb augmenté et de Classe II division 2 lorsque les incisives maxillaires sont palatoversées, avec une supraclusion importante et un surplomb absent (9).

- La Classe III d'Angle correspond à la distoposition de la 1^{ère} molaire maxillaire par rapport à la 1^{ère} molaire mandibulaire (9).

Le surplomb se définit comme la distance entre les bords libres des incisives maxillaires et mandibulaires mesurée en millimètres et parallèle au plan d'occlusion. Un surplomb augmenté (supérieur à 3-4 mm) peut être le signe d'une proalvéolie et/ou d'une vestibuloversion des incisives maxillaires, d'une linguoversion et/ou d'une rétroalvéolie des incisives mandibulaires, ou encore de l'association de ces différentes anomalies maxillaires et mandibulaires (17). Lorsque le surplomb est négatif, on parle également d'inversé d'occlusion antérieur. Cette anomalie peut concerner une ou plusieurs dents du secteur antérieur. La dent mandibulaire est en contact avec la face vestibulaire de la dent maxillaire antagoniste (17).

Pour les anomalies squelettiques :

On parle également de Classe I, II et III squelettique, définies en fonction de la valeur numérique de l'angle ANB, après analyse céphalométrique.

- La Classe I correspond à $0^{\circ} \leq \text{ANB} \leq 4^{\circ}$
- La Classe II correspond à un angle ANB supérieur à 4°
- La Classe III correspond à un angle ANB inférieur à 0°

(5, 22, 33 classification ANB différente)

Dans le sens vertical :

Le recouvrement se définit comme la hauteur sur laquelle les incisives maxillaires et mandibulaires se recouvrent lorsque les dents postérieures sont en occlusion. Un recouvrement d'un tiers ou 30% est dit « physiologique ». Au-delà de cette valeur on parle de supraclusion et lorsqu'il est en-deçà de cette valeur on parle d'infraclusion ou de bécane (17, 54).

Pour les anomalies squelettiques :

De nombreuses classifications très utilisées actuellement concernent la typologie squelettique, élément de pronostic et d'évaluation du degré de difficulté. La face est jugée « courte » ou « longue », selon l'évaluation du rapport variable des composantes verticale et horizontale de sa croissance. Le vocabulaire varie selon les auteurs qui parlent d'hypo- ou hyperdivergence (84) de type brachy- ou dolichofacial (77), de deep-bite ou d'open-bite (82), mais toutes dérivent des travaux de Bjork (16) qui décrit, autour d'un type équilibré, des « rotations » antérieure et postérieure de la face et de la mandibule par rapport au crâne.

Les anomalies sont déterminées par l'examen clinique (forme du visage et hauteur des étages de la face), et l'analyse céphalométrique avec la valeur de l'angle Sn-GoMe. (Sn : plan de la base du crâne et GoMe : angle du plan mandibulaire, plan déterminé entre le point Gonion et le point

Menton).

La relation verticale est divisée entre les sujets normodivergents pour lequel l'angle Sn-GoMe est compris entre 22 et 36° (hauteur des étages de la face égaux), les sujets hyperdivergents (hauteur de l'étage inférieur augmenté) dont la valeur de cet angle est supérieure à 36° et enfin les sujets hypodivergents (hauteur de l'étage inférieur de la face diminué) dont la valeur de l'angle est inférieure à 22° (22).

Dans le sens transversal :

On parle d'inversé d'occlusion postérieur lorsque la pointe cuspidienne vestibulaire d'une ou plusieurs dents maxillaires (prémolaires ou molaires) sont en contact avec les fosses de leurs antagonistes mandibulaires (total ou partielle : relation cuspid/cuspid). Cette anomalie peut être unilatérale ou bilatérale (17, 54).

L'occlusion en ciseau est une autre anomalie du sens transversal et elle est diagnostiquée lorsque la face linguale d'une ou plusieurs dents mandibulaires est en contact avec la face vestibulaire de leurs antagonistes (17).

Résultats et Discussion

Cette revue systématique de la littérature avait pour objectif de sélectionner les articles de la littérature internationale qui étudiaient la relation entre la mastication et les malocclusions.

Au total 33 articles ont été retenus.

Anomalies squelettiques et malocclusions

Il existe, selon certaines études, une différence dans les paramètres de la mastication entre des individus présentant une malocclusion par rapport aux sujets contrôles.

Dans le sens sagittal

Concernant les anomalies squelettiques du sens sagittal, l'analyse électromyographique du temporal et du masséter chez des sujets adultes présentant une Classe III (et d'autant plus s'ils étaient hyperdivergents) montrait une activité du temporal augmentée par rapport à celle du masséter pendant la phase de morsure comparée aux Classes I et II squelettiques (22, 33).

En ce qui concerne les anomalies dentaires du sens sagittal, Toro et al. en 2006 (94) ont montré qu'il existait une différence d'efficacité masticatoire entre des enfants présentant une Classe I d'Angle associée à un encombrement supérieur à 3mm, un surplomb supérieur à 3mm et un recouvrement supérieur à un tiers de l'incisive mandibulaire, et des sujets contrôles (présentant une Classe I sans anomalies associées). Par contre ils n'ont pas trouvé de différence significative sur la performance masticatoire entre les Classes II d'Angle et les sujets contrôles. Ce résultat a été confirmé par Barrera et al, en 2011 (11). Toutefois il était précisé que les formes peu sévères de Classe I et II avaient peu ou pas d'influence sur la performance masticatoire et que le facteur déterminant était la sévérité de la malocclusion (la définition de la sévérité de la malocclusion n'était pas détaillée dans l'article).

English et al. en 2002 (29), ont montré que des sujets (de 7 à 37 ans) présentant des malocclusions sévères de Classes I (associées à un surplomb et un recouvrement supérieur à 3mm et un encombrement supérieur à 2mm) II et III, avaient des performances masticatoires moindres que les sujets contrôles. Une hiérarchisation a été établie : les Classe III d'Angle présentaient la plus faible performance masticatoire, suivies des Classe II, puis des Classe I et ce quelque soit l'âge de l'individu.

Henrikson et al. en 1998 (34) et Rios-Vera et al. en 2010 (79), ont conclu que la performance masticatoire n'était pas liée à la malocclusion mais plutôt au nombre de paires de dents en occlusion

et au nombre de contacts dentaires. Ainsi, selon cette étude, les malocclusions de Classe I (Classe I avec anomalies associées), II division 1 et III d'Angle présentaient les plus faibles performances masticatoires.

Owens et al. en 2002 (64) se sont intéressés à la taille des points de contacts (aires de contacts) chez des individus (enfants et adultes) présentant des malocclusions de Classe I, II et III comparés à des sujets contrôles. Ils ont conclu que ces surfaces de contact étaient plus importantes chez les sujets contrôles que chez les malocclusions de Classes I, II, et III (par ordre décroissant) ; les sujets présentant des surfaces de contact plus larges auraient une meilleure capacité à broyer la nourriture. Les sujets présentant une malocclusion de classe I auraient des surfaces de contact plus larges que les sujets présentant une classe III.

Les études précédemment citées ont utilisé la méthode des tamis pour évaluer la mastication. D'autres auteurs se sont intéressés à l'activité musculaire par l'intermédiaire de l'électromyographie comme moyen d'évaluation, chez des individus présentant des malocclusions sagittales. Ainsi il a été montré que les adultes présentant une Classe III avaient une activité musculaire du temporal prédominante par rapport à celle du masséter par rapport aux sujets contrôles pendant des séquences de mastication. Ceci entraînerait des répercussions négatives sur la performance masticatoire (28). Dans ces études, aucune n'a précisé s'il s'agissait d'une classe II ou III partielle ou totale. Il aurait été intéressant d'évaluer la mastication chez ces différents groupes (totale ou partielle), et de voir s'il existe une différence d'efficacité masticatoire entre les sujets ayant une occlusion cuspidale/fosse (Classe II ou III totales) et les sujets ayant une occlusion cuspidale/cuspidale (Classe II ou III partielles). Les surfaces de contact étant différentes entre une Classe totale et partielle, la capacité à broyer les aliments en serait probablement affectée.

Dans le sens vertical

Au niveau squelettique, il a été rapporté que des adultes présentant une typologie hyperdivergente avaient une activité électromyographique du temporal au repos plus importante que celle d'adultes

contrôles (22).

Néanmoins, selon l'étude de Ciccone de Faria et al. en 2010 (25), les enfants présentant une béance antérieure d'origine squelettique avaient une activité électromyographique plus faible que les sujets contrôles durant la mastication et la morsure.

En ce qui concerne les malocclusions du sens vertical, les supraclusies altéreraient la forme du cycle masticatoire. Durant la mastication, les sujets (jeunes adultes) atteints de supraclusie présentaient des excursions mandibulaires plus postérieures à l'ouverture que celles des sujets contrôles et une plus grande variabilité dans la forme des cycles (20). Mais les répercussions de ces observations sur le bol alimentaire n'étaient pas abordées.

Ciccone de Faria et al, en 2010 (25), ont montré que des enfants présentant une béance antérieure (infraclusie) avaient une activité électromyographique des muscles masticateurs (temporal et masséter) plus faible que celle du groupe contrôle pendant la mastication et la morsure. Une autre étude a montré que, chez des enfants présentant une béance antérieure, la durée du cycle de mastication était plus courte et la durée de fermeture diminuée, par rapport aux sujets contrôles. L'hypothèse expliquant ces résultats serait que les sujets présentant une béance ont une information incomplète provenant du cortex, notamment par l'absence de contact dans la région antérieure où se concentrent une grande partie des mécanorécepteurs parodontaux ce qui jouerait un rôle important dans la formation d'un cycle masticatoire physiologique (69).

Dans le sens transversal

Travaux utilisant la cinématique mandibulaire

Plusieurs études ont montré que les individus présentant un inversé d'occlusion unilatéral postérieur effectuaient des cycles de mastications atypiques (types IV et VI de la classification d'Ahlgren, 1967 (Annexe 6)) lorsqu'ils mastiquaient du côté affecté (14, 18, 62, 68, 70, 71, 80, 85).

Selon Piancino et al, étude réalisée en 2009 (68) sur des enfants, la proportion de cycles inversés

lors de la mastication du côté affecté, variait de 60 à 70 %, pour 17% du côté non affecté. Ces cycles étaient plus étroits, le trajet de fermeture était plus proche de la verticale et parfois même déplacés du côté opposé au bol, les trajets d'ouverture et de fermeture pouvant se croiser.

Les cycles en « goutte d'eau » (type I selon Ahlgren, 1967, annexe 6) du côté non affecté ne différaient que par l'amplitude d'ouverture par rapport aux cycles des sujets contrôles. De plus, les cycles en « goutte d'eau » étaient différents du côté présentant l'inversé d'occlusion comparé au côté non affecté, au niveau de l'angle de fermeture (sommet du cycle), de l'amplitude latérale et de la durée (85).

Les cycles atypiques du côté de l'inversé d'occlusion présentaient un angle de fermeture plus aigu (sommet du cycle) (Figure 1) (68).

Chez des adultes, le même résultat a été montré par Rilo et al, en 2007 (78), la proportion des cycles atypiques était plus importante du côté inversé par rapport au côté non affecté. Ils ont montré une relation entre la morphologie des cycles et le nombre de dents concernées par l'inversé d'occlusion. Ainsi la proportion des cycles anormaux était plus importante lorsque plus de deux dents étaient concernées.

D'autre part, selon Nie et al, 2008 (62), les adultes présentant un inversé d'occlusion postérieur sembleraient avoir plus de cycles masticatoires atypiques que ceux présentant un inversé d'occlusion antérieur, même quand les quatre incisives étaient concernées par la malocclusion.

Travaux utilisant l'électromyographie

Différents travaux (8, 45, 68) ont permis d'évaluer l'activité musculaire chez des enfants présentant des inversés d'occlusion unilatéraux postérieurs par rapport à des sujets contrôles. L'activité musculaire serait altérée du côté de l'inversé mais pas du côté non affecté. La cinématique mandibulaire serait altérée et les individus présenteraient un nombre de cycles inversés plus important durant la mastication (68).

De plus, Andrade et al. en 2010 (8), ont montré que les enfants présentant un inversé d'occlusion avaient une moins bonne coordination musculaire que les enfants contrôles pendant la mastication. Andrade et al. en 2009 (7), ont suggéré que l'altération de la fonction musculaire, associée à l'inversé d'occlusion postérieur, pouvait diminuer l'intensité de la force de morsure. Les enfants présentant cette malocclusion avaient une fonction musculaire asymétrique pendant la mastication et la morsure. Le temporal antérieur était plus actif et le masséter moins actif du côté de l'inversé par rapport au côté non affecté.

Certains auteurs se sont intéressés à la relation entre l'épaisseur des muscles masticateurs, la force de morsure et les contacts occlusaux chez des enfants. Ils ont conclu que chez les sujets contrôles, l'épaisseur des muscles masticateurs et la force occlusale étaient liées, mais n'était pas corrélée au nombre de contacts occlusaux ni aux caractéristiques anthropométriques. Par contre, ils ont rapporté que chez des enfants en denture mixte atteints d'inversé d'occlusion unilatéral postérieur, la force de morsure était plus faible, le muscle temporal était plus épais pour un nombre de contacts occlusaux moins important (21).

La présence d'un inversé d'occlusion affecterait l'activité électromyographique des muscles masticateurs, mais aussi celle des muscles cervicaux et de la nuque (89). Ainsi l'activité électromyographique du muscle temporal antérieur était plus importante en position de repos chez des enfants présentant un inversé d'occlusion unilatéral ou bilatéral, par rapport aux sujets contrôles. De plus, les enfants présentant un inversé d'occlusion bilatéral présentaient une activité des muscles sterno-cléido-mastoïdiens (SCM) plus importante au repos que les sujets contrôles. Enfin, les sujets présentant un inversé d'occlusion avaient une activité musculaire des muscles cervicaux et des SCM plus importantes lors de la morsure par rapport aux sujets contrôles.

Incidence du traitement sur les paramètres de la mastication

Certains auteurs affirment que le traitement d'une malocclusion ou anomalie squelettique serait nécessaire pour plusieurs raisons et notamment pour stopper la progression d'une croissance

défavorable et normaliser la mastication par la réorientation antéro-postérieur du plan d'occlusion, dans le cas d'un traitement orthopédique de Classe III. Le traitement orthopédique d'une Classe III permettrait de réduire la bascule du plan d'occlusion dans le sens horaire, ce qui entraînerait une amélioration du jeu musculaire et donc de la mastication. Le fait de permettre une mastication plus physiologique permettrait de pérenniser les résultats du traitement orthodontique, et l'efficacité du traitement serait d'autant plus importante que le traitement serait réalisé précocement (75).

Selon Neto et al, en 2007 (58), le traitement fonctionnel de l'inversé d'occlusion unilatéral chez des enfants de 4 ou 5 ans par ajustement sélectifs et guidages occlusaux (sur dents temporaires) avait permis de changer la forme du cycle masticatoire par des mouvement plus larges dans les plans horizontal et vertical. Les cycles seraient devenus plus symétriques dans le plan frontal, augmentant la tendance vers une mastication bilatérale alternée (58).

De même, Piancino et al. en 2006 (70) ont montré que le pourcentage de séquences inversées du cycle masticatoire observé du côté affecté dans les cas d'un inversé d'occlusion unilatéral était diminué après traitement orthodontique.

Une étude plus ancienne, Throckmorton et al. en 2001 (91), a au contraire déclaré qu'après le traitement par expansion palatine rapide de ce type de malocclusion, il y avait une amélioration de la durée du cycle qui devenait similaire à celle des sujets contrôles mais que les cycles inversés persistaient. Ceci étant justifié par le fait que la malocclusion apparaissait au moment de l'éruption des dents temporaires et influençait l'établissement du modèle de mastication au niveau du « générateur central », développant ainsi un cycle masticatoire présentant des séquences inversées qui résisteraient au traitement. En effet, ils ont déclaré que la cinématique mandibulaire durant la mastication était contrôlée à deux niveaux : le premier, au niveau du cortex central (ou générateur central) et le deuxième, au niveau des stimuli périphériques. Au niveau du cortex, le modèle masticatoire se mettrait en place pendant l'établissement de la denture temporaire et il apparaîtrait difficile d'obtenir une modification de celui-ci, une fois établi. Le deuxième niveau apparaîtrait plus sensible aux stimuli, et donc plus réceptif au traitement. Ainsi, ce niveau permettrait de normaliser la

durée du cycle masticatoire, par une possible inhibition au niveau du cortex central. Néanmoins, le premier niveau resterait résistant au changement, ce qui expliquerait la persistance des séquences inversées après traitement.

Toutefois, le traitement orthodontique dans l'étude menée par Piacino et al. en 2006 (70), s'est déroulé sur plus d'un an (alors que dans l'étude de Throckmorton et al. en 2001 (91), il ne durait que 4 semaines), de plus l'appareil orthodontique utilisé était différent de celui de Throckmorton et al. en 2001 (91). Les résultats de Piacino et al. en 2006 (70) ont suggéré que ce n'était pas seulement la relation dentaire anatomique mais aussi la fonction qui avaient été restaurées. De plus, ils ont supposé que les récepteurs périphériques et les propriocepteurs joueraient un rôle important dans la réorganisation d'un nouveau modèle de mastication au niveau du cortex moteur. Il aurait été intéressant dans l'étude de Throckmorton et al. en 2001 (91), d'avoir une réévaluation au bout d'un an après traitement. Une réévaluation trop précoce (6 mois) pourrait expliquer les différences de résultats constatés avec l'étude de Piacino et al. en 2006 (70). Il aurait été également intéressant dans l'étude de Throckmorton et al. en 2001 (91) de placer des cales sur les dents postérieures afin de « déprogrammer » la position mandibulaire initialement établie et ainsi permettre l'établissement d'un nouveau schéma masticatoire et ainsi diminuer le nombre de cycles inversés.

Ben-Bassat et al. en 1993 (14), avait déjà montré la réduction du nombre de cycles atypiques, après traitement chez les enfants présentant le même type de malocclusion. En effet, une diminution du nombre de séquences inversées était observée au bout de 6 mois de contention (après une période de traitement d'environ 1 an, par expansion palatine). De nouveau la période de traitement apparaît plus longue que dans l'étude de Throckmorton et al. en 2001 (91), ce qui pourrait expliquer les différences de résultat concernant la proportion de séquences inversées après traitement. Ils avaient également observé que lorsqu'une latérodéviation fonctionnelle mandibulaire était associée à la malocclusion, la prévalence de celle-ci diminuait après traitement orthodontique. Enfin, Ben-Bassat et al. en 1993 (14) ont suggéré que le modèle masticatoire serait établi très jeune, et que sa modification serait difficile à obtenir, mais que ce ne serait peut être pas essentiel dans la réussite du

traitement morphologique.

Indices de besoin en traitement orthodontique

Ngom et al. en 2007 (59), ont montré que des sujets adultes classés selon l'ICON comme nécessitant un traitement orthodontique (score supérieur à 43) présentaient une efficacité masticatoire moins bonne que celle des individus n'ayant pas besoin de traitement orthodontique. De plus, ils ont rapporté que les sujets atteints de malocclusions sévères nécessitant un traitement selon l'ICON, avalaient des particules de plus grosse taille que les sujets contrôles. Ils ont conclu que, en plus des considérations esthétiques, l'amélioration de la fonction masticatoire, en améliorant les relations occlusales, pourrait être une indication supplémentaire de traitement orthodontique.

De même Tome et al, 2009 (92), ont montré que les sujets (des femmes) atteints de malocclusions présentaient une fonction masticatoire moins efficace par rapport à des sujets dépourvus de malocclusion ou ayant été traités orthodontiquement (92).

Proff en 2010 (74), est plus réservé sur l'efficacité du traitement orthodontique. En effet, il a déclaré dans sa revue de la littérature, que l'efficacité masticatoire nécessitait du temps pour être améliorée et pour atteindre le niveau des sujets en normocclusion. Il en est arrivé à la conclusion que l'évolution de l'efficacité masticatoire après réhabilitation orthodontique s'apparente à celle après une réhabilitation prothétique adéquate. Ainsi, le traitement orthodontique n'apporterait qu'une amélioration limitée de l'efficacité masticatoire, et ce seulement après une période d'adaptation prolongée. Selon Proff, 2010 (74), d'autres études seraient nécessaires afin d'apporter d'autres éléments de réponses sur les répercussions d'un traitement orthodontique sur l'efficacité masticatoire.

Conclusion

Les malocclusions sont à l'origine de perturbations dans l'efficacité masticatoire et entraînent des changements dans la forme des cycles masticatoires.

Certaines malocclusions ont plus d'impact sur la fonction masticatoire que d'autres, et la sévérité de la malocclusion joue un rôle important dans la diminution de l'efficacité masticatoire. D'autre part, une faible performance masticatoire serait associée à une réduction du nombre de contacts dentaires intermaxillaires et à une altération de l'activité musculaire (44).

Le traitement orthodontique apporterait une amélioration de la fonction masticatoire, en terme de cinématique masticatoire, mais il est rare d'atteindre un schéma masticatoire similaire à celui des sujets contrôles, en normocclusion et n'ayant pas eu de traitement. Le schéma masticatoire est précocement installé au niveau du cortex et en lien étroit avec les stimuli au niveau périphérique, et apparaît dans certains cas modifiable. Des études seraient nécessaires pour déterminer les méthodes qui permettraient une rééducation de la fonction masticatoire telle que celle retrouvée en normocclusion.

Références bibliographiques

1. Ahlgren J. Mechanism of mastication. *Acta Odontol Scand* 1966 24; 1-109.
2. Ahlgren J. Pattern of chewing and malocclusion of teeth. A clinical study. *Acta Odontol Scand*. 1967 Jun;25(1):3-13.
3. Alarcón JA, Martín C, Palma JC. Effect of unilateral posterior crossbite on the electromyographic activity of human masticatory muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000 Sep;118(3):328-34.
4. Alexander RM. News of chews: the optimization of mastication. *Nature*. 1998 Jan 22;391(6665):329.
5. Amorim MM, Borini CB, Lopes SL, Haiter-Neto F, Bérzin F, Caria PH. Relationship between the inclination of the coronoid process of the mandible and the electromyographic activity of the temporal muscle in skeletal Class I and II individuals. *J Oral Sci*. 2008 Sep;50(3):293-9.
6. Anderson K, Throckmorton GS, Buschang PH, Hayasaki H. The effects of bolus hardness on masticatory kinematics. *J Oral Rehabil*. 2002 Jul;29(7):689-96.
7. Andrade Ada S, Gameiro GH, Derossi M, Gavião MB. Posterior crossbite and functional changes. A systematic review. *Angle Orthod*. 2009 Mar;79(2):380-6.
8. Andrade Ada S, Gavião MB, Gameiro GH, De Rossi M. Characteristics of masticatory muscles in children with unilateral posterior crossbite. *Braz Oral Res*. 2010 Apr-Jun;24(2):204-10.
9. Angle EH. Classification of malocclusion, *Dent. Cosmos* 1899, 4 : 248-264
10. Baek I, Linforth RS, Blake A, Taylor AJ. Sensory perception is related to the rate of change of volatile concentration in-nose during eating of model gels. *Chem Senses*. 1999 Apr;24(2):155-60.
11. Barrera LM, Buschang PH, Throckmorton GS, Roldán SI. Mixed longitudinal evaluation of masticatory performance in children 6 to 17 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 May;139(5):427-34.
12. Bässler-Zeltmann S, Kretschmer I, Göz G. Malocclusion and the need for orthodontic treatment in 9-year-old children. Survey based on the Swedish National Board of Health and Welfare Scale. *J Orofac Orthop*. 1998;59(4):193-201.
13. Behbehani F, Artun J, Al-Jame B, Kerosuo H. Prevalence and severity of malocclusion in adolescent Kuwaitis. *Med Princ Pract*. 2005 Nov-Dec;14(6):390-5.
14. Ben-Bassat Y, Yaffe A, Brin I, Freeman J, Ehrlich Y. Functional and morphological-occlusal aspects in children treated for unilateral posterior cross-bite. *Eur J Orthod*. 1993 Feb;15(1):57-63.
15. Bhatka R, Throckmorton GS, Wintergerst AM, Hutchins B, Buschang PH. Bolus size and unilateral chewing cycle kinematics. *Arch Oral Biol*. 2004 Jul;49(7):559-66.
16. Bjork A. Facial growth in man, studies with the aid of metallic implants *Acta Odontol. Scand*. 1955 ; 13 :9-34
17. Borzabadi-Farahani A, Borzabadi-Farahani A, Eslamipour F. Malocclusion and occlusal traits in an urban Iranian population. An epidemiological study of 11-to 14-year-old children. *Eur J Orthod*. 2009 Oct;31(5):477-84.
18. Brin I, Ben-Bassat Y, Blustein Y, Ehrlich J, Hochman N, Marmary Y, Yaffe A. Skeletal and functional effects of treatment for unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial*

- Orthop. 1996 Feb;109(2):173-9.
19. Buschang PH, Hayasaki H, Throckmorton GS. Quantification of human chewing-cycle kinematics. *Arch Oral Biol.* 2000 Jun;45(6):461-74.
 20. Buschang PH, Throckmorton GS, Austin D, Wintergerst AM. Chewing cycle kinematics of subjects with deepbite malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 May;131(5):627-34.
 21. Castelo PM, Gavião MB, Pereira LJ, Bonjardim LR. Masticatory muscle thickness, bite force, and occlusal contacts in young children with unilateral posterior crossbite. *Eur J Orthod.* 2007 Apr;29(2):149-56.
 22. Cha BK, Kim CH, Baek SH. Skeletal sagittal and vertical facial types and electromyographic activity of the masticatory muscle. *Angle Orthod.* 2007 May;77(3):463-70.
 23. Chew CL, Lucas PW, Tay DK, Keng SB, Ow RK. The effect of food texture on the replication of jaw movements in mastication. *J Dent.* 1988 Oct;16(5):210-4.
 24. Christopherson EA, Briskie D, Inglehart MR. Objective, subjective, and self-assessment of preadolescent orthodontic treatment need--a function of age, gender, and ethnic/racial background? *J Public Health Dent.* 2009 Winter;69(1):9-17.
 25. Ciccone de Faria Tdos S, Hallak Regalo SC, Thomazinho A, Vitti M, de Felício CM. Masticatory muscle activity in children with a skeletal or dentoalveolar openbite. *Eur J Orthod.* 2010 Aug;32(4):453-8.
 26. Cooper S, Mandall NA, DiBiase D, Shaw WC. The reliability of the Index of Orthodontic Treatment Need over time. *J Orthod.* 2000 Mar;27(1):47-53.
 27. Daniels C, Richmond S. The development of the index of complexity, outcome and need (ICON). *J Orthod.* 2000 Jun;27(2):149-62. Erratum in: *J Orthod* 2002 Mar;29(1):81.
 28. Deguchi T, Garetto LP, Sato Y, Potter RH, Roberts WE. Statistical analysis of differential lissajous EMG from normal occlusion and Class III malocclusion. *Angle Orthod.* 1995;65(2):151-60.
 29. English JD, Buschang PH, Throckmorton GS. Does malocclusion affect masticatory performance? *Angle Orthod.* 2002 Feb;72(1):21-7.
 30. Eriksson PO, Häggman-Henrikson B, Nordh E, Zafar H. Co-ordinated mandibular and head-neck movements during rhythmic jaw activities in man. *J Dent Res.* 2000 Jun;79(6):1378-84.
 31. Gavião MB, Raymundo VG, Rentes AM. Masticatory performance and bite force in children with primary dentition. *Braz Oral Res.* 2007 Apr-Jun;21(2):146-52.
 32. Geissler CA, Bates JF. The nutritional effects of tooth loss. *Am J Clin Nutr.* 1984 Mar;39(3):478-89.
 33. Gerstner GE, Marchi F, Haerian H. Relationship between anteroposterior maxillomandibular morphology and masticatory jaw movement patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Mar;115(3):258-66.
 34. Henrikson T, Ekberg EC, Nilner M. Masticatory efficiency and ability in relation to occlusion and mandibular dysfunction in girls. *Int J Prosthodont.* 1998 Mar-Apr;11(2):125-32.
 35. Hiiemae K, Heath MR, Heath G, Kazazoglu E, Murray J, Sapper D, Hamblett K. Natural bites, food consistency and feeding behaviour in man. *Arch Oral Biol.* 1996 Feb;41(2):175-89.
 36. Jemt T, Karlsson S, Hedegård B. Mandibular movements of young adults recorded by intraorally placed light-emitting diodes. *J Prosthet Dent.* 1979 Dec;42(6):669-73.
 37. Jonsson T, Arnlaugsson S, Karlsson KO, Ragnarsson B, Arnarson EO, Magnusson TE. Orthodontic treatment experience and prevalence of malocclusion traits in an Icelandic adult population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Jan;131(1):8.11-8.
 38. Karlsson S, Carlson BR, Carlsson GE, Yontchev E. Cinefluoroscopic study of long-term

- changes of bolus position and chewing cycle duration after fixed prosthetic treatment. *Scand J Dent Res* 1989 97;6:565-572.
39. Kazazoglu E, Heath MR, Müller F. A simple test for determination of the preferred chewing side. *J Oral Rehabil*. 1994 Nov;21(6):723.
 40. Lassauzay C, Peyron MA, Albuissou E, Dransfield E, Woda A. Variability of the masticatory process during chewing of elastic model foods. *Eur J Oral Sci*. 2000 Dec;108(6):484-92.
 41. Lucas PW, Luke DA. Is food particle size a criterion for the initiation of swallowing? *J Oral Rehabil*. 1986 Mar;13(2):127-36.
 42. Lucas PW, Ow RKK, Ritchie GM, Chew CL, Keng SB. Relationship between jaw movement and food breakdown in human mastication. *J Dent Res* 1986 65:400-404.
 43. Lux CJ, Dücker B, Pritsch M, Komposch G, Niekusch U. Occlusal status and prevalence of occlusal malocclusion traits among 9-year-old schoolchildren. *Eur J Orthod*. 2009 Jun;31(3):294-9
 44. Magalhães IB, Pereira LJ, Marques LS, Gameiro GH. The influence of malocclusion on masticatory performance. A systematic review. *Angle Orthod*. 2010 Sep;80(5):981-7.
 45. Martín C, Alarcón JA, Palma JC. Kinesiographic study of the mandible in young patients with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000 Nov;118(5):541-8.
 46. Mathevon E, Mioche L, Brown W, Culioli J. Texture analysis of beef cooked at various temperature by mechanical measurements, sensory assessment and electromyography. *J. Texture Studies* 1995 26:175-192.
 47. Mathonière C, Mioche L, Dransfield E, Culioli J. Meat texture characterization : comparison of chewing patterns, sensory and mechanical measures. *J Texture Stud* 2000 31:183-203.
 48. Mathoniere C, Mioche L, Peyron M.A, Culioli J. Evaluation de la texture de la viande par enregistrements physiologiques de la mastication, analyse sensorielle et test rhéologiques. *Cah Rheol* 1997 15:549-557.
 49. Mazille MN, Woda A, Nicolas E, Peyron MA, Hennequin M. Effect of occlusal appliance wear on chewing in persons with Down syndrome. *Physiol Behav*. 2008 Mar 18;93(4-5):919-29.
 50. Mioche L, Peyron MA. Bite force displayed during assessment of hardness in various texture contexts. *Arch Oral Biol*. 1995 May;40(5):415-23.
 51. Mishellany A, Woda A, Labas R, Peyron MA. The challenge of mastication: preparing a bolus suitable for deglutition. *Dysphagia*. 2006 Apr;21(2):87-94.
 52. Morimoto T, Inoue T, Nakamura T, Kawamura Y. Frequency-dependent modulation of rhythmic human jaw movements. *J Dent Res* 1984 63 :1310-1314.
 53. Mowlana F, Heath MR, Auger D. Automated optical scanning for rapid sizing of chewed food particles in masticatory tests. *J Oral Rehabil*. 1995 Feb;22(2):153-8.
 54. Mtaya M, Brudvik P, Astrøm AN. Prevalence of malocclusion and its relationship with socio-demographic factors, dental caries, and oral hygiene in 12- to 14-year-old Tanzanian schoolchildren. *Eur J Orthod*. 2009 Oct;31(5):467-76.
 55. Nagarajan S, Pushpanjali K. The relationship of malocclusion as assessed by the Dental Aesthetic Index (DAI) with perceptions of aesthetics, function, speech and treatment needs among 14- to 15-year-old schoolchildren of Bangalore, India. *Oral Health Prev Dent*. 2010;8(3):221-8.
 56. Nakamura OK, Garcia DO, Villavicencio EA, Navarro LA, Torres MA, Huamani R, Yabar LF. Electronic system for monitoring the frequency and pressure of mastication: study and approach for its design. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2010;2010:5752-5.
 57. Neill DJ. Masticatory function. *J Dent Assoc S Afr*. 1982 Sep;37(9):631-6.

58. Neto GP, Puppini-Rontani RM, Garcia RC. Changes in the masticatory cycle after treatment of posterior crossbite in children aged 4 to 5 years. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Apr;131(4):464-72.
59. Ngom PI, Diagne F, Aïdara-Tamba AW, Sene A. Relationship between orthodontic anomalies and masticatory function in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Feb;131(2):216-22.
60. Ngom PI, Woda A. Influence of impaired mastication on nutrition. *J Prosthet Dent* 2002 87:667-673.
61. Nicolas E, Veyrune JL, Lassauzay C, Peyron MA, Hennequin M. Validation of video versus electromyography for chewing evaluation of the elderly wearing a complete denture. *J Oral Rehabil.* 2007 Aug;34(8):566-71.
62. Nie Q, Kanno Z, Xu T, Lin J, Soma K. Clinical study of frontal chewing patterns in various crossbite malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Sep;138(3):323-9.
63. Olthoff LW, van der Bilt A, Bosman F, Kleizen HH. Distribution of particle sizes in food comminuted by human mastication. *Arch Oral Biol.* 1984;29(11):899-903.
64. Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer L, English J. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 Jun;121(6):602-9.
65. Peres SH, Goya S, Cortellazzi KL, Ambrosano GM, Meneghim Mde C, Pereira AC. Self-perception and malocclusion and their relation to oral appearance and function. *Cien Saude Colet.* 2011 Oct;16(10):4059-66.
66. Peyron MA, Lassauzay C, Woda A. Effects of increased hardness on jaw movement and muscle activity during chewing of visco-elastic model foods. *Exp Brain Res.* 2002 Jan;142(1):41-51.
67. Peyron MA, Mishellany A, Woda A. Particle size distribution of food boluses after mastication of six natural foods. *J Dent Res.* 2004 Jul;83(7):578-82.
68. Piancino MG, Farina D, Talpone F, Merlo A, Bracco P. Muscular activation during reverse and non-reverse chewing cycles in unilateral posterior crossbite. *Eur J Oral Sci.* 2009 Apr;117(2):122-8.
69. Piancino MG, Isola G, Merlo A, Dalessandri D, Debernardi C, Bracco P. Chewing pattern and muscular activation in open bite patients. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012 Apr;22(2):273-9.
70. Piancino MG, Talpone F, Dalmaso P, Debernardi C, Lewin A, Bracco P. Reverse-sequencing chewing patterns before and after treatment of children with a unilateral posterior crossbite. *Eur J Orthod.* 2006 Oct;28(5):480-4.
71. Pinto AS, Buschang PH, Throckmorton GS, Chen P. Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Nov;120(5):513-20.
72. Prinz JF, Lucas PW. An optimization model for mastication and swallowing in mammals. *Proc Biol Sci.* 1997 Dec 22;264(1389):1715-21.
73. Prinz JF. Quantitative evaluation of the effect of bolus size and number of chewing strokes on the intra-oral mixing of a two-colour chewing gum. *J Oral Rehabil.* 1999 Mar;26(3):243-7.
74. Proff P. Malocclusion, mastication and the gastrointestinal system: a review. *J Orofac Orthop.* 2010 Mar;71(2):96-107.
75. Raymond JL, Matern O, Grollemund B, Bacon W. Treatment of Class III malocclusion: the key role of the occlusal plane. *Prog Orthod.* 2010;11(1):53-61.
76. Richmond S, Shaw WC, Roberts CT, Andrews M. The PAR Index (Peer Assessment Rating): methods to determine outcome of orthodontic treatment in terms of improvement and

- standards. *Eur J Orthod.* 1992 Jun;14(3):180-7.
77. Ricketts R.M. Facial characteristics Orthodontic diagnosis and planning (1) : RMO (1982). 31-33.
 78. Rilo B, da Silva JL, Mora MJ, Cadarso-Suárez C, Santana U. Unilateral posterior crossbite and mastication. *Arch Oral Biol.* 2007 May;52(5):474-8.
 79. Rios-Vera V, Sánchez-Ayala A, Senna PM, Watanabe-Kanno G, Cury AA, Garcia RC. Relationship among malocclusion, number of occlusal pairs and mastication. *Braz Oral Res.* 2010 Oct-Dec;24(4):419-24.
 80. Saitoh I, Hayasaki H, Iwase Y, Nakata M. Improvement in jaw motion following treatment of unilateral crossbite in a child with primary dentition: a case report. *Cranio.* 2002 Apr;20(2):129-34.
 81. Salioni MA, Pellizoni SE, Guimarães AS, Juliano Y, Alonso LG. Functional unilateral posterior crossbite effects on mastication movements using axiography. *Angle Orthod.* 2005 May;75(3):362-7.
 82. Sassouni V.A. Classification of skeletal facial types *Am. J. Orthod.* 1969 ; 55 : 109-124.
 83. Schimmel M, Christou P, Herrmann F, Müller F. A two-colour chewing gum test for masticatory efficiency: development of different assessment methods. *J Oral Rehabil.* 2007 Sep;34(9):671-8.
 84. Schudy F.F. The rotation of the mandible resulting from growth: its implications in orthodontic treatment *Angle Orthod.* 1965 ; 35 : 36-50.
 85. Sever E, Marion L, Ovsenik M. Relationship between masticatory cycle morphology and unilateral crossbite in the primary dentition. *Eur J Orthod.* 2011 Dec;33(6):620-7.
 86. Shiau YY, Peng CC, Hsu CW. Evaluation of biting performance with standardized test-foods. *J Oral Rehabil.* 1999 May;26(5):447-52.
 87. Steiner JE, Michman J, Litman A. Time sequence of the activity of the temporal and masseter muscles in healthy young human adults during habitual chewing of different test foods. *Arch Oral Biol.* 1974 Jan;19(1):29-34.
 88. Tausche E, Luck O, Harzer W. Prevalence of malocclusions in the early mixed dentition and orthodontic treatment need. *Eur J Orthod.* 2004 Jun;26(3):237-44.
 89. Tecco S, Tetè S, Festa F. Electromyographic evaluation of masticatory, neck, and trunk muscle activity in patients with posterior crossbites. *Eur J Orthod.* 2010 Dec;32(6):747-52.
 90. Tessarollo FR, Feldens CA, Closs LQ. The impact of malocclusion on adolescents' dissatisfaction with dental appearance and oral functions. *Angle Orthod.* 2012 May;82(3):403-9.
 91. Throckmorton GS, Buschang PH, Hayasaki H, Pinto AS. Changes in the masticatory cycle following treatment of posterior unilateral crossbite in children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Nov;120(5):521-9.
 92. Tome W, Yashiro K, Takada K. Orthodontic treatment of malocclusion improves impaired skillfulness of masticatory jaw movements. *Angle Orthod.* 2009 Nov;79(6):1078-83.
 93. Tornberg E, Fjellkner-Modig S, Ruderus H, Glantz Po, Randow K, Stafford D. Clinically recorded masticatory patterns as related to the sensory evaluation of meat and meat products. *J Food Sci* 1985 50:1059-1066.
 94. Toro A, Buschang PH, Throckmorton G, Roldán S. Masticatory performance in children and adolescents with Class I and II malocclusions. *Eur J Orthod.* 2006 Apr;28(2):112-9.
 95. Tsakos G. Combining normative and psychosocial perceptions for assessing orthodontic treatment needs. *J Dent Educ.* 2008 Aug;72(8):876-85.
 96. Van der Bilt A, Van der Glas HW, Olthoff LW, Bosman F. The effect of particle size

- reduction on the jaw gape in human mastication. *J Dent Res.* 1991 May;70(5):931-7.
97. Veyrune J.L., Lassauzay C, Nicolas E, Peyron M.A, Woda A. Mastication of model products in complete denture wearers. *J Prosthet Dent* 2006.
98. Wickwire NA, Gibbs CH, Jacobson AP, Lundeen HC. Chewing patterns in normal children. *Angle Orthod.* 1981 Jan;51(1):48-60.
99. Wilson CE, Brown WE. Influence of food matrix structure and oral breakdown during mastication on temporal perception of flavour. *J Sensory Stud* 1997 21:69-86.
100. Wintergerst AM, Buschang PH, Throckmorton GS. Reducing within-subject variation in chewing cycle kinematics--a statistical approach. *Arch Oral Biol.* 2004 Dec;49(12):991-1000.
101. Woda A, Nicolas E, Mishellany-Dutour A, Hennequin M, Mazille MN, Veyrune JL, Peyron MA. The masticatory normative indicator. *J Dent Res.* 2010 Mar;89(3):281-5.
102. Yousefzadeh F, Shcherbatyy V, King GJ, Huang GJ, Liu ZJ. Cephalometric and electromyographic study of patients of East African ethnicity with and without anterior open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Feb;137(2):236-46.

Annexes

Annexe 1 : ICON (Ngom et al, 2007)

Système d'évaluation de l'ICON

Composante		Score						PONDERATION
		0	1	2	3	4	5	
1. Evaluation esthétique		Score de 1 à 10 selon la composante esthétique de l'IOTN						7
2. Encombrement/espacement arcade maxillaire	Encombrement	< 2 mm	2,1 à 5 mm	5,1 à 9mm	9,1 à 13 mm	13,1 à 17mm	>17mm	5
	Espacement	< 2 mm	2,1 à 5 mm	5,1 à 9mm	> 9mm		Inclusion	
3. Occlusion croisée		Pas d'occlusion croisée	Présence d'une inversion de l'occlusion					5
4. Infraclusion et recouvrement antérieur rapports incisifs verticaux)	Infraclusion antérieure	Bout à bout	< 1 mm	1,1 à 2mm	2,1 à 4 mm	> 4mm		4
	Supraclusion	Recouvrement < 1/3	1/3 à 2/3 de recouvrement	2/3 <recouvr. < 3/3	Recouvrement total			
5. Occlusion sagittale des secteurs latéraux		Engrènement Cuspide/embrasure uniquement sans tenir compte de la classe d'Angle	Occlusion à mi-chemin entre relation de cuspide/embrasure à cuspide/cuspide	Cuspide à cuspide				3

Annexe 2: IOTN

Composante "santé dentaire" (DHC) de l'IOTN (Cooper et al, 2000; Tausche et al., 2004)

<p>Niveau 5 (besoin de traitement avéré)</p> <p>5i Eruption dentaire entravée (exceptée celle des dents de sagesse) due à un encombrement, une migration, la présence d'une dent surnuméraire, la rétention d'une dent temporaire ou toute autre pathologie.</p> <p>5h Agénésie multiple (plus d'une dent manquante par quadrant) nécessitant une restauration prothétique précédée d'une phase orthodontique.</p> <p>5a Surplomb exagéré supérieur à 9 mm.</p> <p>5m Occlusion inversée avec un surplomb négatif de plus de 3,5 mm avec des signes subjectifs de difficultés masticatoires ou phonatoires.</p> <p>5p Séquelles de fentes labio-alvéolaires et/ou palatines ou d'autres anomalies cranio-faciales.</p> <p>5s Dents temporaires ankylosées.</p>	<p>4i Dent ayant fait une éruption partielle, versée et enclavée contre une dent adjacente.</p> <p>4x Présence de dents surnuméraires.</p>
<p>Niveau 4 (besoin de traitement avéré)</p> <p>4h Agénésie moins importante, requérant soit de l'orthodontie pré-restauratrice soit une fermeture d'espace pour éviter d'avoir recours à une prothèse.</p> <p>4a Surplomb exagéré supérieur à 6 mm et inférieur ou égal à 9 mm.</p> <p>4b Occlusion inversée avec un surplomb négatif de plus 3,5 mm, sans signes associés de difficultés masticatoires ou phonatoires.</p> <p>4m Occlusion inversée avec un surplomb négatif supérieur à 1 mm, mais inférieur à 3,5 mm avec des signes objectifs de difficultés masticatoires ou phonatoires.</p> <p>4c Occlusion croisée antérieure ou postérieure avec un décalage supérieur à 2 mm entre l'occlusion de relation centrée (ORC) et l'occlusion d'intercuspidation maximale (ICM).</p> <p>4l Occlusion inversée postérieure avec absence de contact fonctionnel au niveau d'un ou des deux secteurs latéraux de l'arcade.</p> <p>4d Déplacement sévère de point de contact supérieur à 4 mm.</p> <p>4e Infraclusion antérieure ou latérale supérieure à 4 mm.</p> <p>4f Recouvrement total avec traumatisme gingival ou palatin associé.</p>	<p>Niveau 3 (besoin de traitement modéré et limite)</p> <p>3a Surplomb exagéré supérieur à 3,5 mm et inférieur ou égal à 6 mm avec inoclusion labiale.</p> <p>3b Occlusion inversée avec un surplomb négatif supérieur à 1 mm et inférieur ou égal à 3,5 mm.</p> <p>3c Occlusion croisée antérieure ou postérieure avec un décalage supérieur à 1 mm mais inférieur à 2 mm entre l'occlusion de relation centrée (ORC) et l'occlusion d'intercuspidation maximale (ICM).</p> <p>3d Déplacement de point de contact supérieur à 2 mm mais inférieur ou égal à 4 mm.</p> <p>3e Infraclusion antérieure ou latérale supérieure à 2 mm mais inférieure ou égale à 4 mm.</p> <p>3f Recouvrement total sans traumatisme gingival ou palatin associé.</p>
	<p>Niveau 2 (faibles besoins de traitement)</p> <p>2a Surplomb exagéré supérieur à 3,5 mm et inférieur ou égal à 6 mm avec occlusion labiale.</p> <p>2b Occlusion inversée avec un surplomb négatif supérieur à 0 mm et inférieur ou égal à 1 mm.</p> <p>2c Occlusion croisée antérieure ou postérieure avec un décalage inférieur ou égal à 1 mm entre l'occlusion de relation centrée (ORC) et l'occlusion d'intercuspidation maximale (ICM).</p> <p>2d Déplacement sévère de point de contact supérieur à 1 mm mais inférieur ou égal à 2 mm.</p> <p>2e Infraclusion antérieure ou latérale supérieure à 1 mm mais inférieure ou égale à 2 mm.</p> <p>2f Recouvrement exagéré supérieur ou égal à 3,5 mm et sans contact gingival.</p> <p>2g Engrenement des secteurs latéraux en occlusion sagittale, que ce soit en classe I, II ou III d'Angle avec un décalage \leq à 1 dent.</p>
	<p>Niveau 1 (absence de besoin de traitement)</p> <p>1 Malocclusion mineure n'entrant pas dans les catégories précédentes, y compris un déplacement de point de contact inférieur à 1 mm.</p>

Composante esthétique (AC) de l'IOTN (Cooper et al, 2000)



Annexe 3: DAI

Composantes du DAI	Coef
1. Nombre de dents absentes (incisives, canines et prémolaires sur les arcades maxillaire et mandibulaire)	6
2. Chevauchements dans le secteur incisif (0 = aucun chevauchement; 1 = 1 secteur présentant des chevauchements ; 2 = 2 secteurs présentant des chevauchements)	1
3. Diastèmes dans le secteur incisif (0 = aucun diastème ; 1 = 1 secteur avec des diastèmes ; 2 = 2 secteurs avec des diastèmes)	1
4. Diastème interincisif en millimètres	1
5. Irrégularité antérieure la plus importante au maxillaire en millimètres	1
6. Surplomb antérieur maxillaire en millimètres	2
7. Surplomb antérieur mandibulaire en millimètres	4
8. Infraclusie (Béance) antérieure verticale en millimètres	4
9. Relation molaire antéro-postérieur (le plus grand décalage par rapport à la normale du côté droit et gauche) : 0 = normal ; 1 = ½ cupide ; 2 = 1 cuspide	3
10. Constante	13
Total	Score du DAI

OMS, 1997

Annexe 4: PAR (Richmond et al, 1992)

Composantes du PAR

1	Secteur droit maxillaire
2	Secteur antérieur maxillaire
3	Secteur gauche maxillaire
4	Secteur droit mandibulaire
5	Secteur antérieur mandibulaire
6	Secteur gauche mandibulaire
7	Occlusion côté droit
8	Surplomb
9	Recouvrement
10	Concordance des milieux interincisifs
11	Occlusion côté gauche

Parmi les composantes 1 à 6, les paramètres enregistrés sont les chevauchements, les espaces et les dents incluses. Les déplacements sont enregistrés comme la plus petite distance entre les points de contact des dents adjacentes parallèles au plan d'occlusion. Plus le déplacement est important, plus le score du PAR est grand.

Les scores des déplacements sont compris entre 0 (déplacement entre 0 et 1mm) et 5 (dent incluse).

L'évaluation de l'occlusion se fait dans le sens antéro-postérieur avec un score allant de 0 (occlusion de Classe I, II, III avec un engrenement cuspide/fosse) à 2 (occlusion cuspide/cuspide) ; dans le sens vertical, avec un score allant de 0 (pas d'anomalie) à 1 (béance latérale ou au moins deux dents supérieures à 2 mm de recouvrement) ; dans le sens transversal, avec un score allant de 0 (pas d'inversé d'articulé) à 4 (plus d'une dent présentant un articulé en ciseau).

L'évaluation du surplomb correspond à un score compris entre 0 (0-3 mm) et 4 (supérieur à 9 mm), mais tient compte aussi de la présence d'un inversé d'articulé antérieur où les scores sont compris entre 0 (pas d'anomalie) et 4 (plus de 2 dents antérieures en inversé d'articulé).

L'évaluation du recouvrement est déterminé par d'une part, la présence d'une infraclusie (béance) ou les scores sont compris de 0 (pas de béance) à 4 (béance supérieure ou égale à 4 mm) et d'autre part, la supraclusie allant de 0 (recouvrement inférieur ou égal à 2/3 de l'incisive mandibulaire) à 3 (recouvrement supérieur ou égal au recouvrement total).

L'évaluation de la concordance des milieux inter-incisifs est mesurée de 0 (bonne concordance jusqu'à un décalage d'un quart de la largeur de l'incisive mandibulaire) à 2 (décalage supérieur à la moitié de la largeur de l'incisive mandibulaire).

Une règle a été conçue pour effectuer les mesures plus facilement, et plus rapidement et le fait qu'elle soit transparente, permet de voir les points de contact à travers (PAR ruler, Richmond et al, 1992)

ANT-POST	
0 None	
1 < 1/2 unit dis	
2 = 1/2 unit dis	
TRANSVERSE	
0 None	
1 Xbite tend > = 1t	
2 1 tooth in xbite	
3 > 1 tooth in xb	
4 > 1 tooth in eb	
VERTICAL	
0 None	
1 openb 2t > 2mm	
CENTRELINE	
0 < = 1/4	
1 1/4 - 1/2	
2 > 1/2	
OVERBITE	
0 0 - 1/3	open b
1 1/3 - 2/3	-
2 > 2/3	-
3 > = FTC	-
4	→
CONTACT Pt	
0 -	
1 -	
2 -	
3 -	
4 →	
5 Impacted tooth	
THE PAR INDEX	
<i>Manchester</i>	
OVERJET	
4	> 2t xb
3	2t xb
2	1t xb
1	0.9
0	

Annexe 5 :

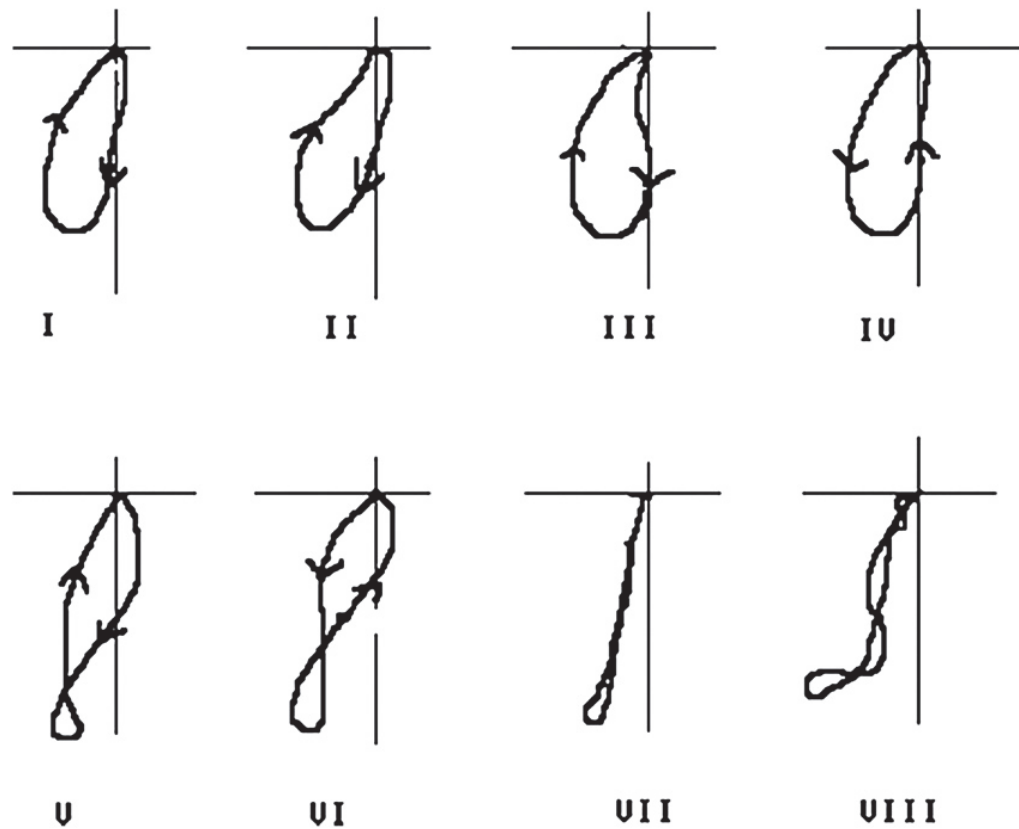
1. Ahlgren J. Mechanism of mastication. *Acta Odontol Scand* 1966 24; 1-109.
2. Andrade Ada S, Gameiro GH, Derossi M, Gavião MB. Posterior crossbite and functional changes. A systematic review. *Angle Orthod*. 2009 Mar;79(2):380-6.
3. Andrade Ada S, Gavião MB, Gameiro GH, De Rossi M. Characteristics of masticatory muscles in children with unilateral posterior crossbite. *Braz Oral Res*. 2010 Apr-Jun;24(2):204-10.
4. Barrera LM, Buschang PH, Throckmorton GS, Roldán SI. Mixed longitudinal evaluation of masticatory performance in children 6 to 17 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 May;139(5):427-34.
5. Ben-Bassat Y, Yaffe A, Brin I, Freeman J, Ehrlich Y. Functional and morphological-occlusal aspects in children treated for unilateral posterior cross-bite. *Eur J Orthod*. 1993 Feb;15(1):57-63.
6. Brin I, Ben-Bassat Y, Blustein Y, Ehrlich J, Hochman N, Marmary Y, Yaffe A. Skeletal and functional effects of treatment for unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996 Feb;109(2):173-9.
7. Buschang PH, Throckmorton GS, Austin D, Wintergerst AM. Chewing cycle kinematics of subjects with deepbite malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 May;131(5):627-34.
8. Castelo PM, Gavião MB, Pereira LJ, Bonjardim LR. Masticatory muscle thickness, bite force, and occlusal contacts in young children with unilateral posterior crossbite. *Eur J Orthod*. 2007 Apr;29(2):149-56.
9. Cha BK, Kim CH, Baek SH. Skeletal sagittal and vertical facial types and electromyographic activity of the masticatory muscle. *Angle Orthod*. 2007 May;77(3):463-70.
10. Ciccone de Faria Tdos S, Hallak Regalo SC, Thomazinho A, Vitti M, de Felício CM. Masticatory muscle activity in children with a skeletal or dentoalveolar openbite. *Eur J Orthod*. 2010 Aug;32(4):453-8.
11. Deguchi T, Garetto LP, Sato Y, Potter RH, Roberts WE. Statistical analysis of differential lissajous EMG from normal occlusion and Class III malocclusion. *Angle Orthod*. 1995;65(2):151-60.
12. English JD, Buschang PH, Throckmorton GS. Does malocclusion affect masticatory performance? *Angle Orthod*. 2002 Feb;72(1):21-7.
13. Gerstner GE, Marchi F, Haerian H. Relationship between anteroposterior maxillomandibular morphology and masticatory jaw movement patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999 Mar;115(3):258-66.
14. Henrikson T, Ekberg EC, Nilner M. Masticatory efficiency and ability in relation to occlusion and mandibular dysfunction in girls. *Int J Prosthodont*. 1998 Mar-Apr;11(2):125-32.
15. Martín C, Alarcón JA, Palma JC. Kinesiographic study of the mandible in young patients with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000 Nov;118(5):541-8.
16. Neto GP, Puppini-Rontani RM, Garcia RC. Changes in the masticatory cycle after treatment of posterior crossbite in children aged 4 to 5 years. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Apr;131(4):464-72.
17. Ngom PI, Diagne F, Aïdara-Tamba AW, Sene A. Relationship between orthodontic anomalies and masticatory function in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007

Feb;131(2):216-22.

18. Nie Q, Kanno Z, Xu T, Lin J, Soma K. Clinical study of frontal chewing patterns in various crossbite malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Sep;138(3):323-9.
19. Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer L, English J. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 Jun;121(6):602-9.
20. Piancino MG, Farina D, Talpone F, Merlo A, Bracco P. Muscular activation during reverse and non-reverse chewing cycles in unilateral posterior crossbite. *Eur J Oral Sci.* 2009 Apr;117(2):122-8.
21. Piancino MG, Isola G, Merlo A, Dalessandri D, Debernardi C, Bracco P. Chewing pattern and muscular activation in open bite patients. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012 Apr;22(2):273-9.
22. Piancino MG, Talpone F, Dalmaso P, Debernardi C, Lewin A, Bracco P. Reverse-sequencing chewing patterns before and after treatment of children with a unilateral posterior crossbite. *Eur J Orthod.* 2006 Oct;28(5):480-4.
23. Pinto AS, Buschang PH, Throckmorton GS, Chen P. Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Nov;120(5):513-20.
24. Proff P. Malocclusion, mastication and the gastrointestinal system: a review. *J Orofac Orthop.* 2010 Mar;71(2):96-107.
25. Raymond JL, Matern O, Grollemund B, Bacon W. Treatment of Class III malocclusion: the key role of the occlusal plane. *Prog Orthod.* 2010;11(1):53-61.
26. Rilo B, da Silva JL, Mora MJ, Cadarso-Suárez C, Santana U. Unilateral posterior crossbite and mastication. *Arch Oral Biol.* 2007 May;52(5):474-8.
27. Rios-Vera V, Sánchez-Ayala A, Senna PM, Watanabe-Kanno G, Cury AA, Garcia RC. Relationship among malocclusion, number of occlusal pairs and mastication. *Braz Oral Res.* 2010 Oct-Dec;24(4):419-24.
28. Saitoh I, Hayasaki H, Iwase Y, Nakata M. Improvement in jaw motion following treatment of unilateral crossbite in a child with primary dentition: a case report. *Cranio.* 2002 Apr;20(2):129-34.
29. Sever E, Marion L, Ovsenik M. Relationship between masticatory cycle morphology and unilateral crossbite in the primary dentition. *Eur J Orthod.* 2011 Dec;33(6):620-7.
30. Tecco S, Tetè S, Festa F. Electromyographic evaluation of masticatory, neck, and trunk muscle activity in patients with posterior crossbites. *Eur J Orthod.* 2010 Dec;32(6):747-52.
31. Throckmorton GS, Buschang PH, Hayasaki H, Pinto AS. Changes in the masticatory cycle following treatment of posterior unilateral crossbite in children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Nov;120(5):521-9.
32. Tome W, Yashiro K, Takada K. Orthodontic treatment of malocclusion improves impaired skillfulness of masticatory jaw movements. *Angle Orthod.* 2009 Nov;79(6):1078-83.
33. Toro A, Buschang PH, Throckmorton G, Roldán S. Masticatory performance in children and adolescents with Class I and II malocclusions. *Eur J Orthod.* 2006 Apr;28(2):112-9.

Annexe 6:

Classification d'Ahlgren, 1967



Classification des différents types de schémas masticatoires (l'ouverture en direction du côté non-masticquant et la fermeture en direction du côté masticquant peuvent se produire dans les schémas de type II à VIII; le chemin d'ouverture et, en particulier le chemin de fermeture approximativement dans le plan médian, peuvent se produire dans les schémas de II à VIII)

- I. Normal : Ouverture en douceur vers le côté travaillant et fermeture convexe en douceur.
- II. Fermeture concave : ouverture similaire au type I mais fermeture concave
- III. Ouverture concave : fermeture similaire au type I mais ouverture concave.

- IV. Inversé : Forme du cycle similaire au type I mais ouverture et fermeture étaient dans des directions contraires au type I
- V. Croisement positif : Les chemins d'ouverture et fermeture se sont croisés : en phase occlusale, les directions d'ouverture et fermeture étaient les même que dans le type I.
- VI. Croisement inversé : Les chemins d'ouverture et fermeture se sont croisés, mais en phase occlusale, les directions d'ouverture et fermeture étaient les même que dans le type IV.
- VII. Superposition : Le chemin de fermeture était presque superposé sur le chemin d'ouverture.
- VIII. Irrégulier : Les mouvements d'ouverture et fermeture n'avaient pas de modèle constant et il y avait de fréquents croisements dans les phases d'ouverture et fermeture

Figure 1 :

Exemple d'activité électromyographique et cinématique pour un sujet présentant un inversé d'articulé postérieur versus un sujet contrôle selon Piancino et al., 2009.

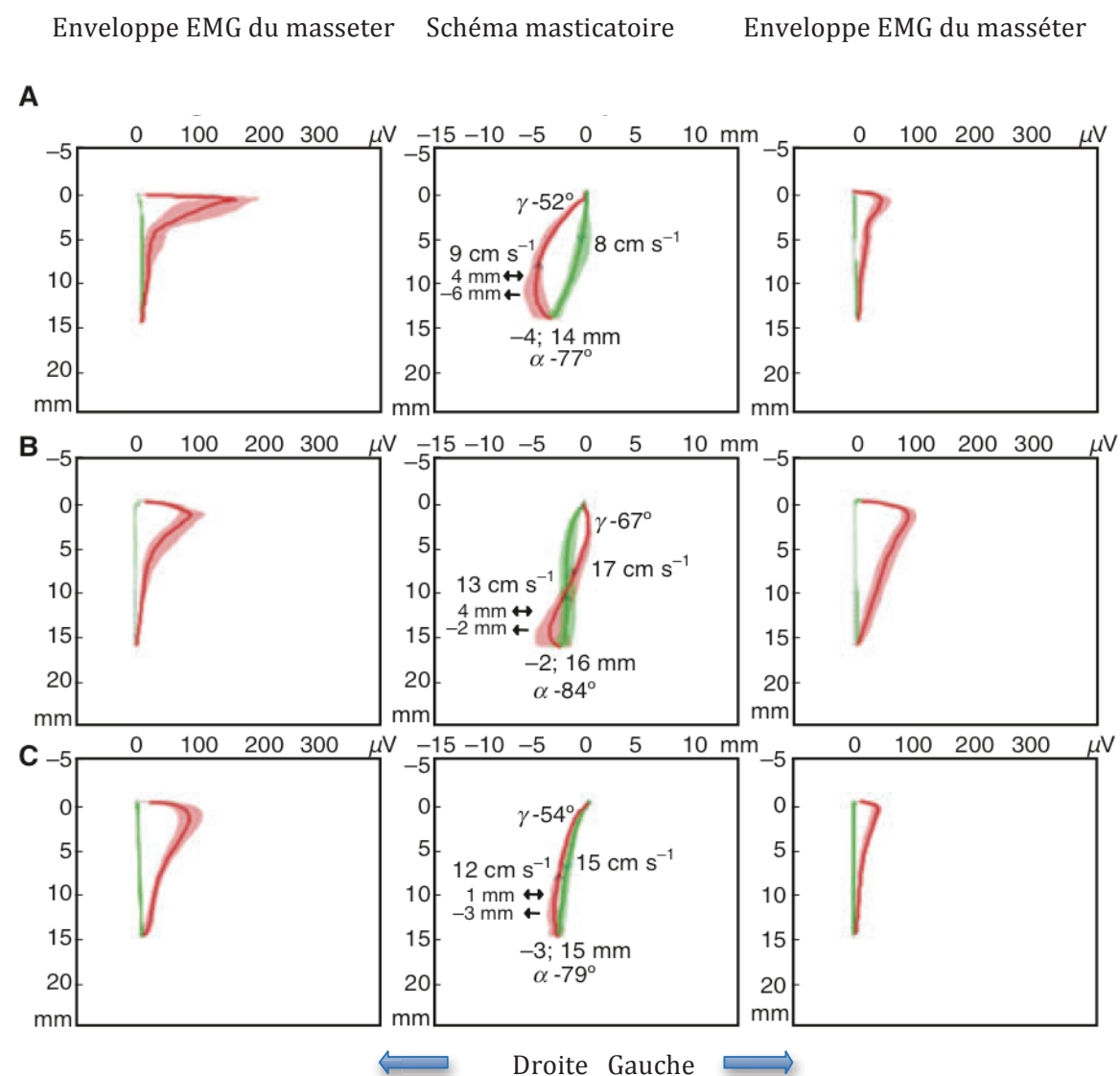


Figure 1 :

(A) Durée moyenne du cycle masticatoire et activité musculaire, pendant la mastication, sur le côté chez un sujet contrôle. Les lignes horizontales représentent l'écart standard au cours du

cycle moyen. Le schéma de mastication est orienté sur la droite, la direction de fermeture est sur la droite, et le masséter du côté droit (côté du bol alimentaire = côté travaillant) est plus actif que le masséter du côté controlatéral.

(B) Cycle de mastication non inversé d'un patient, quand il mastique du côté de l'inversé d'articulé (gauche). La direction de fermeture est correcte (non inversée) mais le schéma masticatoire est plus étroit par rapport à celui du sujet contrôle. L'activité du masséter droit est plus faible en comparaison avec celle du masséter en mastication normale.

(C) Cycle de mastication inversé chez le même patient décrit au (B). La direction de fermeture est inversée, le schéma de mastication est beaucoup plus anormal, et le masséter droit est moins actif que chez le sujet contrôle, alors que le masséter gauche est plus actif que celui du sujet contrôle.



Faculté de chirurgie dentaire

Approbation – Improbation

Les opinions émises par les dissertations présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, sans aucune approbation ou improbation de la Faculté de Chirurgie dentaire. ⁽¹⁾

Lu et approuvé,

*Vu,
Nice, le*

Le Président du jury,

*Le Doyen de la faculté de
Chirurgie dentaire de l'UNS,*

Professeur

(1) les exemplaires destinés à la bibliothèque doivent être obligatoirement signés par le Doyen et par le Président du jury

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate,

Je promets et je jure, au nom de l'Etre Suprême, d'être fidèle aux lois de l'Honneur et de la probité dans l'exercice de La Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui se passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon Devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'Humanité.

Respectueux et reconnaissant envers les Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses,

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.